



# **Thème 6**

## **Mesure sans réflecteur et laserscanning**

### **Possibilités et limites**

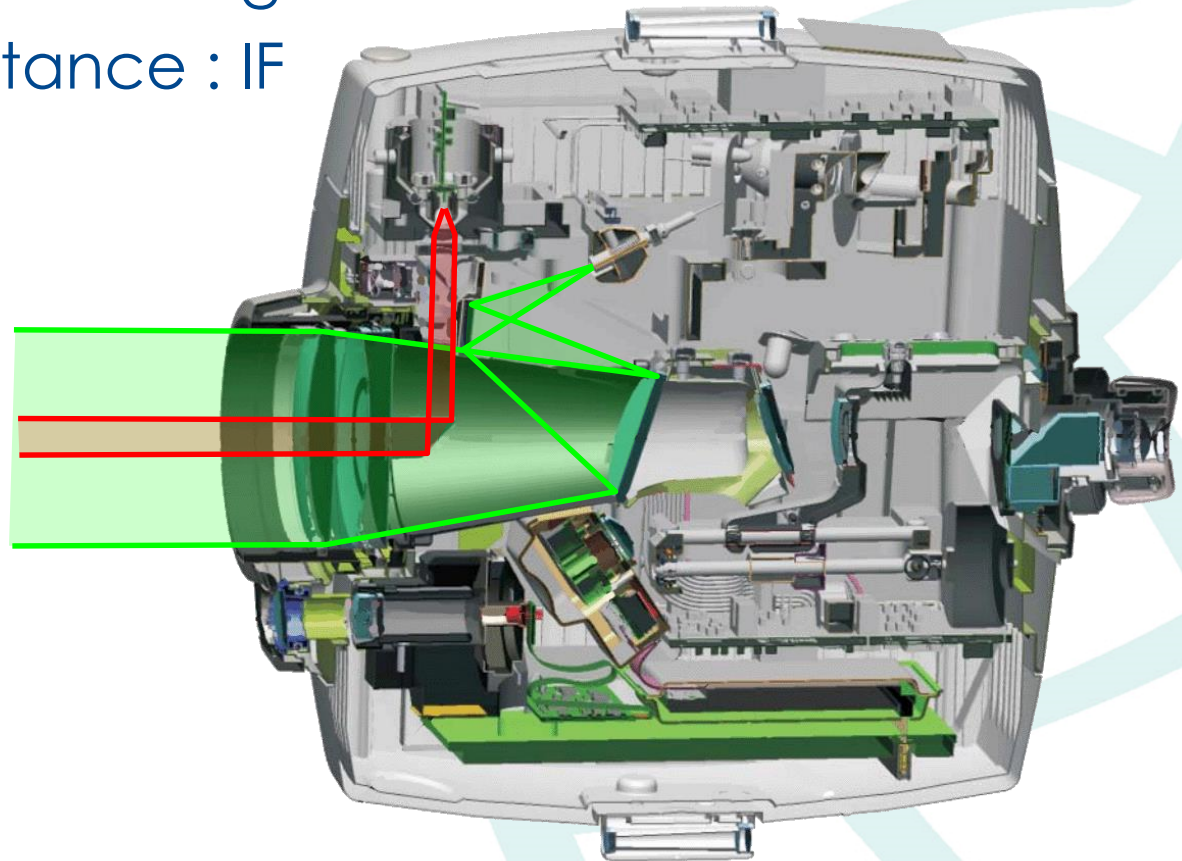
# Quelques points concernant les stations totales



# Stations totales – mesures sans réflecteurs

## Pointeur laser $\neq$ Mesure de distance

- Laserpointer : laser rouge
- Mesures de distance : IF



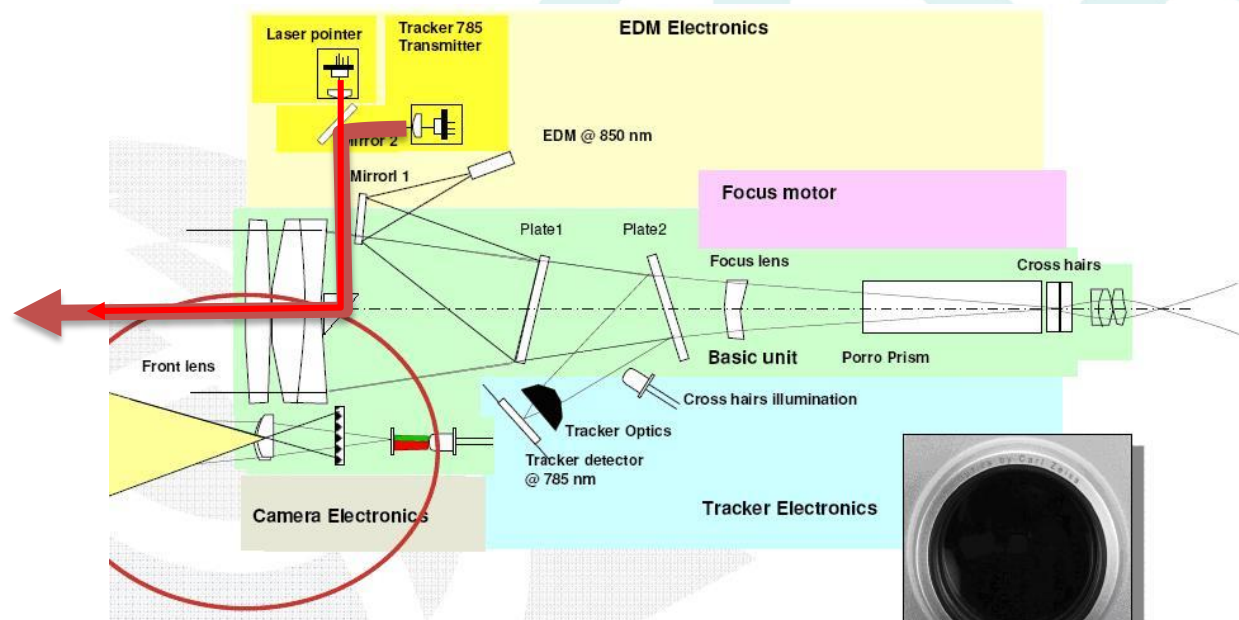
Source : Trimble Dimensions , Martin Koehler, S-20103: A Look Inside the Black Box of EDM Technology

# Stations totales – mesures sans réflecteurs

## Pointeur laser ≠ Mesure de distance

### SPÉCIFICATIONS DU DISTANCE-MÈTRE

|                                       |                                                 |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Source lumineuse .....                | diode laser à impulsion 905 nm ; laser classe 1 |
| Pointeur laser coaxial .....          | laser classe 2                                  |
| Divergence du faisceau en mode prisme |                                                 |
| Horizontale .....                     | 4 cm/100 m                                      |
| Verticale .....                       | 8 cm/100 m                                      |
| Divergence du faisceau en mode DR     |                                                 |
| Horizontale .....                     | 4 cm/100 m                                      |
| Verticale .....                       | 8 cm/100 m                                      |

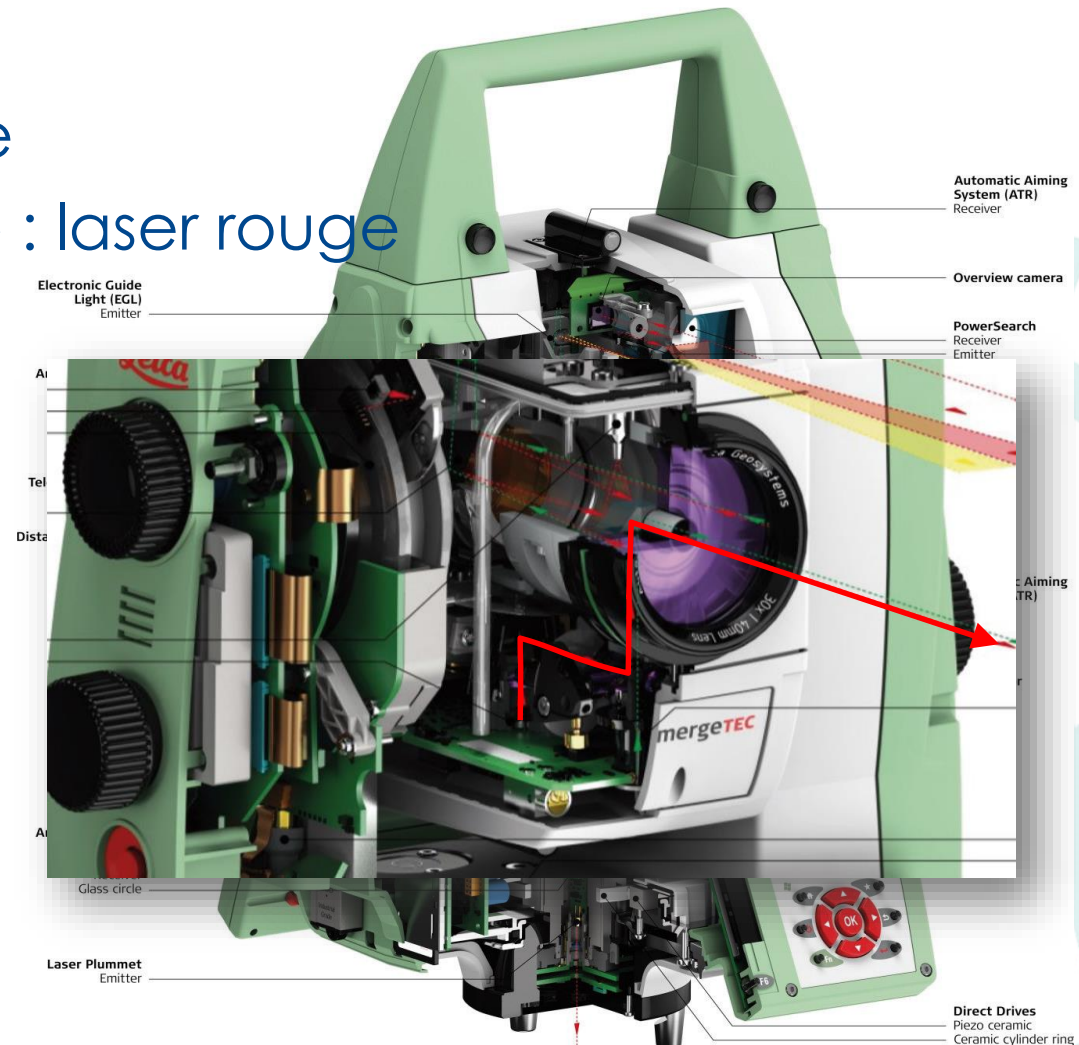


Source : Trimble S6 Direct Reflex Technology White Paper

# Stations totales – mesures sans réflecteurs

## Pointeur laser = Mesure de distance ?

- Pointeur : laser rouge
- Mesures de distance : laser rouge



Source : Leica Geosystems, Leica Nova MS50, Présentation technique

# Stations totales – mesures sans réflecteurs

## Pointeur laser = Mesure de distance ?

- Pointeur : laser rouge
- Mesures de distance : laser rouge

### Caractéristiques

Type : Laser rouge visible, coaxial  
 Onde porteuse : 658 nm  
 Système de mesure : Système analyseur, base 100 MHz - 150 MHz

### Taille du point laser

| Distance [m] | Taille du point laser, approximative [mm] |
|--------------|-------------------------------------------|
| à 30         | 7 x 10                                    |
| à 50         | 8 x 20                                    |



Pas d'information sur le pointeur

Source : Guide de l'utilisateur des stations totales Viva

# Stations totales – mesures sans réflecteurs

## Avec/sans réflecteur : 2 distancemètres

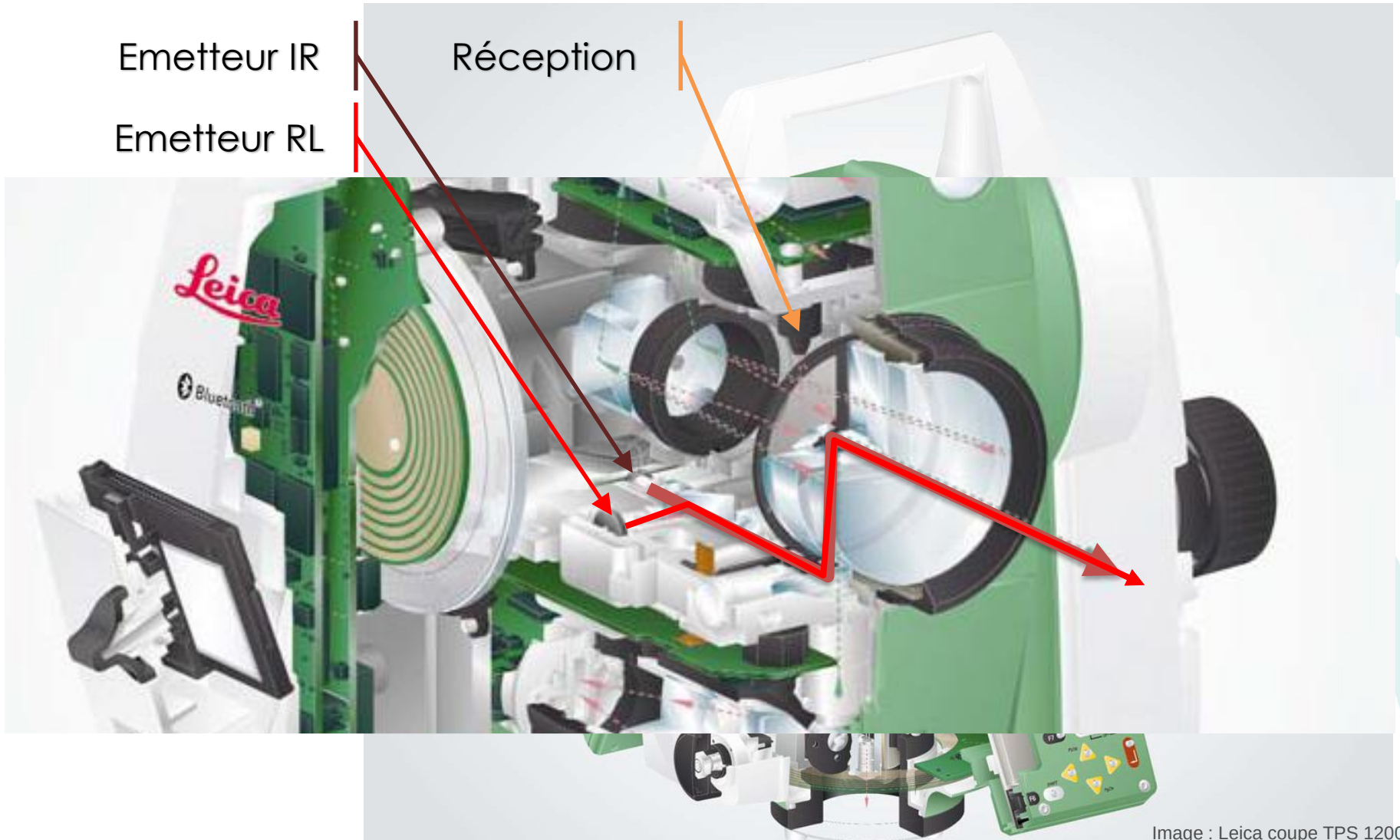


Image : Leica coupe TPS 1200

# Stations totales – mesures sans réflecteurs

## Avec/sans réflecteur : Un seul distancemètre

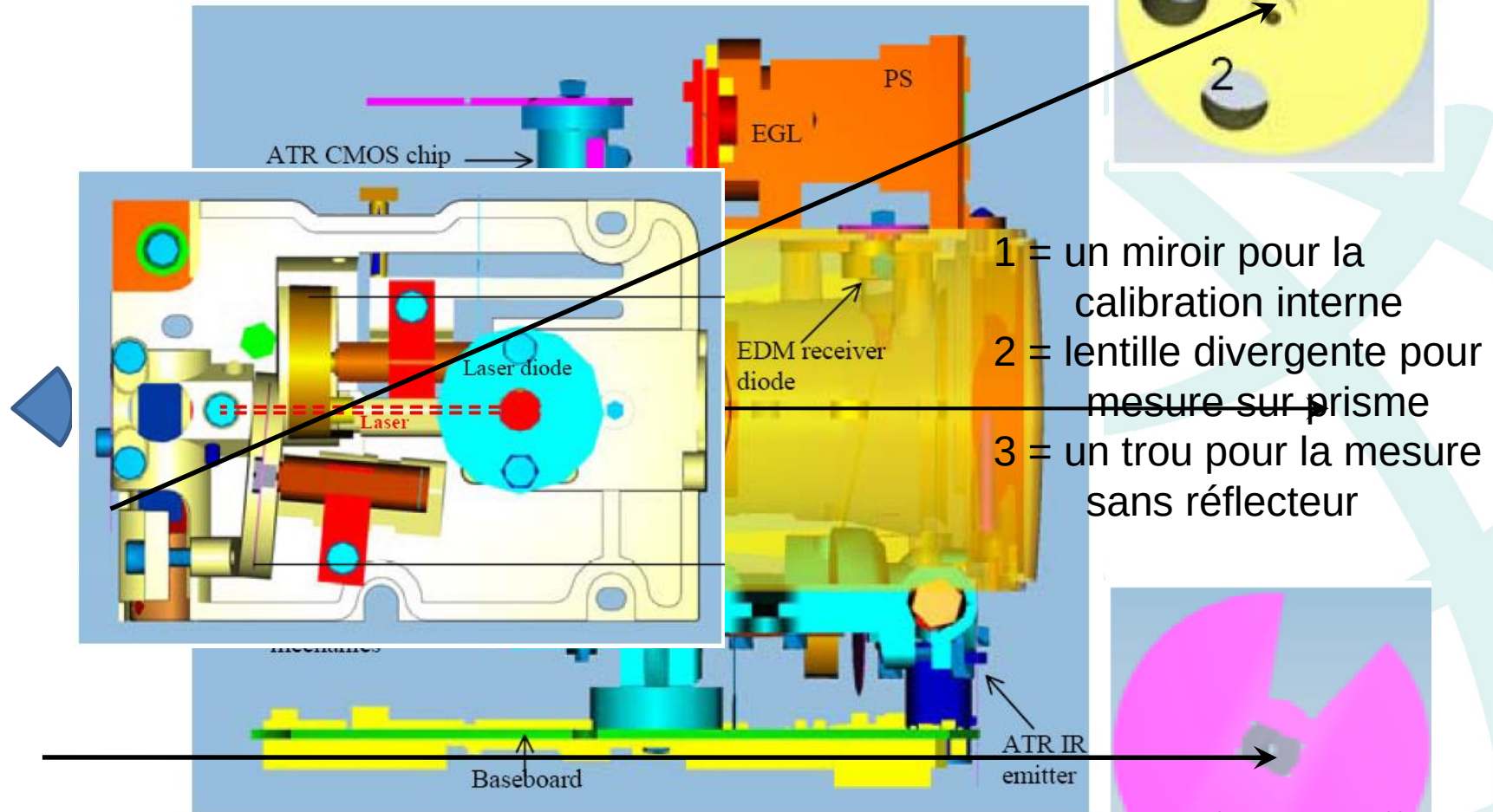


Image : Leica TPS 1200+ White Paper

# Stations totales – mesures sans réflecteurs

## Mesures avec – sans réflecteurs

### ✓ Haute précision

- Laser rouge 660nm
- Mesure de déphasage

|                                                                  |                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Source lumineuse                                                 | diode laser 660 nm ; laser classe 1 en mode prisme<br>laser classe 2 en mode DR |
| Pointeur laser coaxial (standard)                                | laser classe 2                                                                  |
| Pointeur laser non coaxial (pas disponible sur tous les modèles) | laser classe 3R                                                                 |
| Divergence du faisceau en mode prisme                            |                                                                                 |
| Horizontale                                                      | 4 cm/100 m                                                                      |
| Verticale                                                        | 4 cm/100 m                                                                      |
| Divergence du faisceau en mode DR                                |                                                                                 |
| Horizontale                                                      | 2 cm/50 m                                                                       |
| Verticale                                                        | 2 cm/50 m                                                                       |

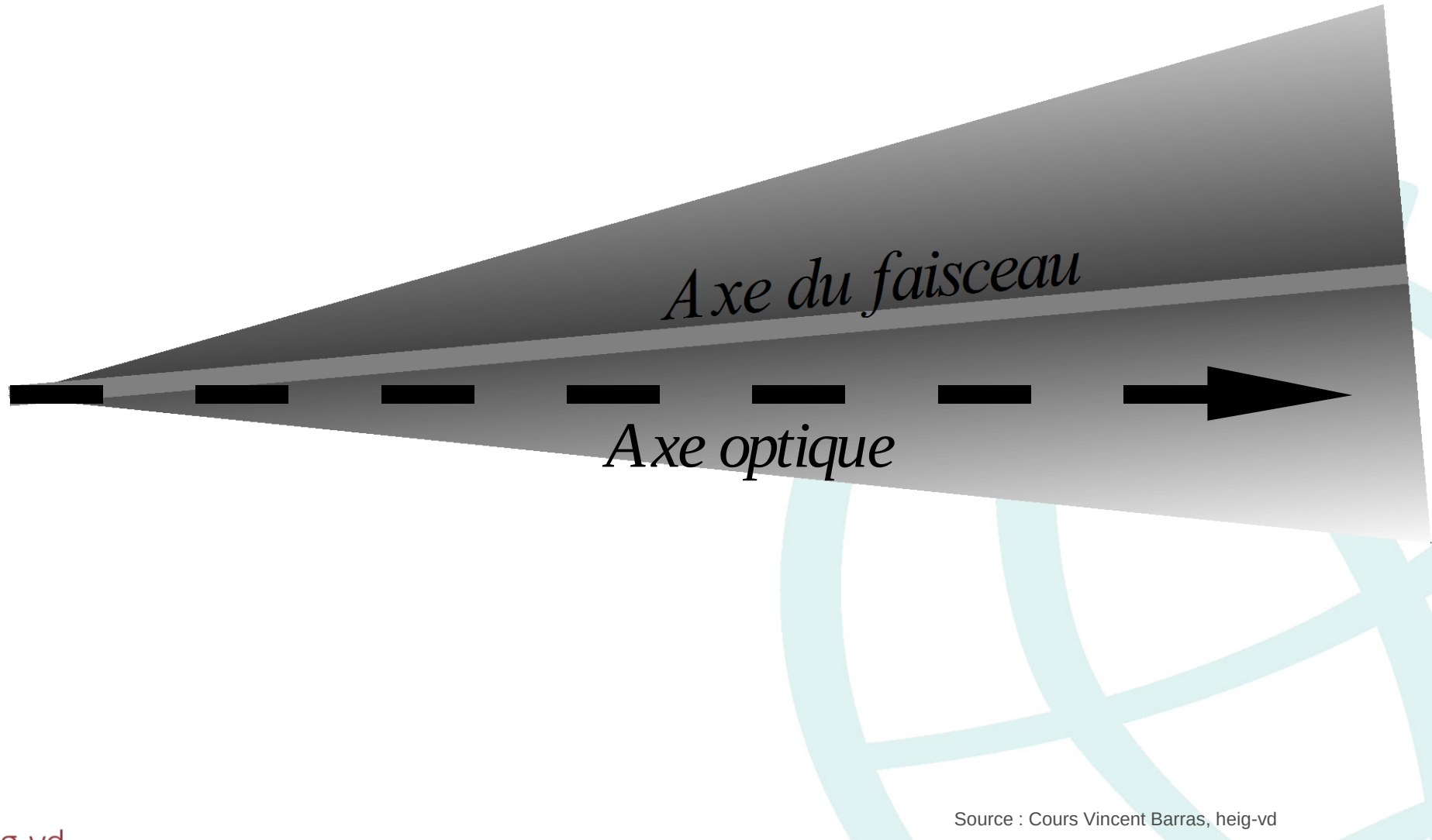
### ✓ DR 300+

- Laser infrarouge 870nm
- Mesure TOF

|                                       |                                                 |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Source lumineuse                      | diode laser à impulsion 905 nm ; laser classe 1 |
| Pointeur laser coaxial                | laser classe 2                                  |
| Divergence du faisceau en mode prisme |                                                 |
| Horizontale                           | 4 cm/100 m                                      |
| Verticale                             | 8 cm/100 m                                      |
| Divergence du faisceau en mode DR     |                                                 |
| Horizontale                           | 4 cm/100 m                                      |
| Verticale                             | 8 cm/100 m                                      |

# Stations totales – mesures sans réflecteurs

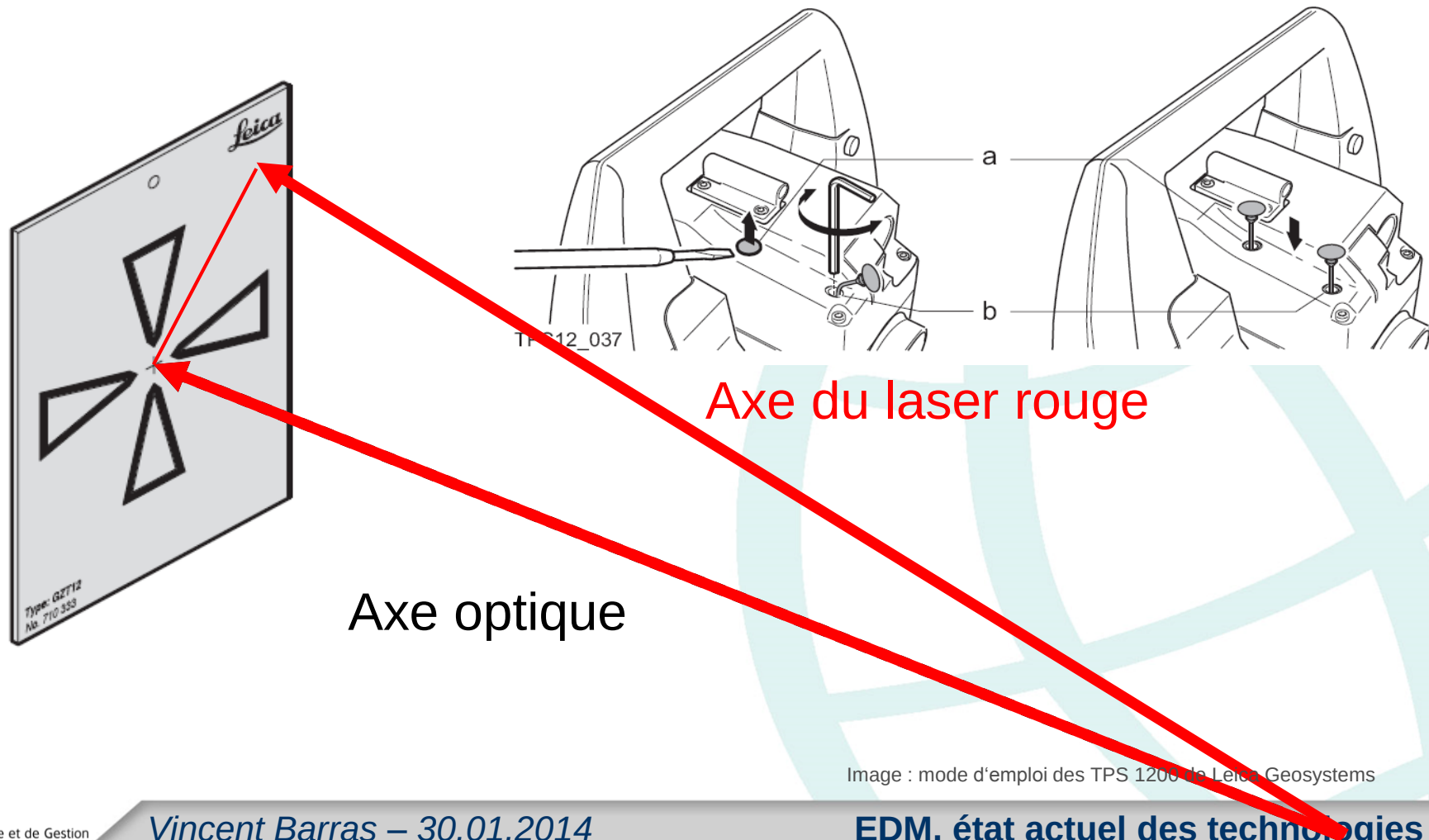
## Coaxialité axe optique/distancemètre (1)



Source : Cours Vincent Barras, heig-vd

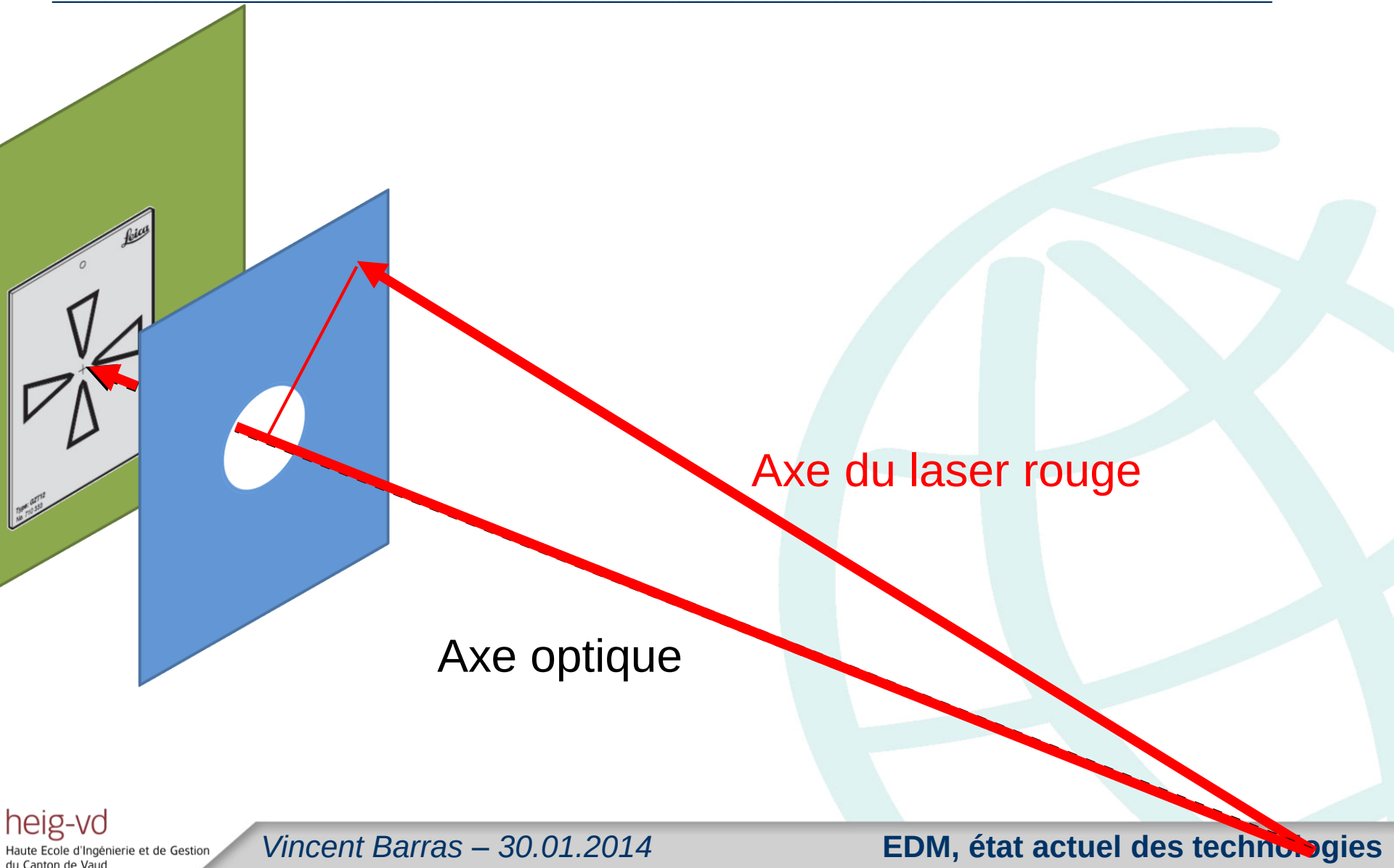
# Stations totales – mesures sans réflecteurs

## Coaxialité axe optique/distancemètre (2)



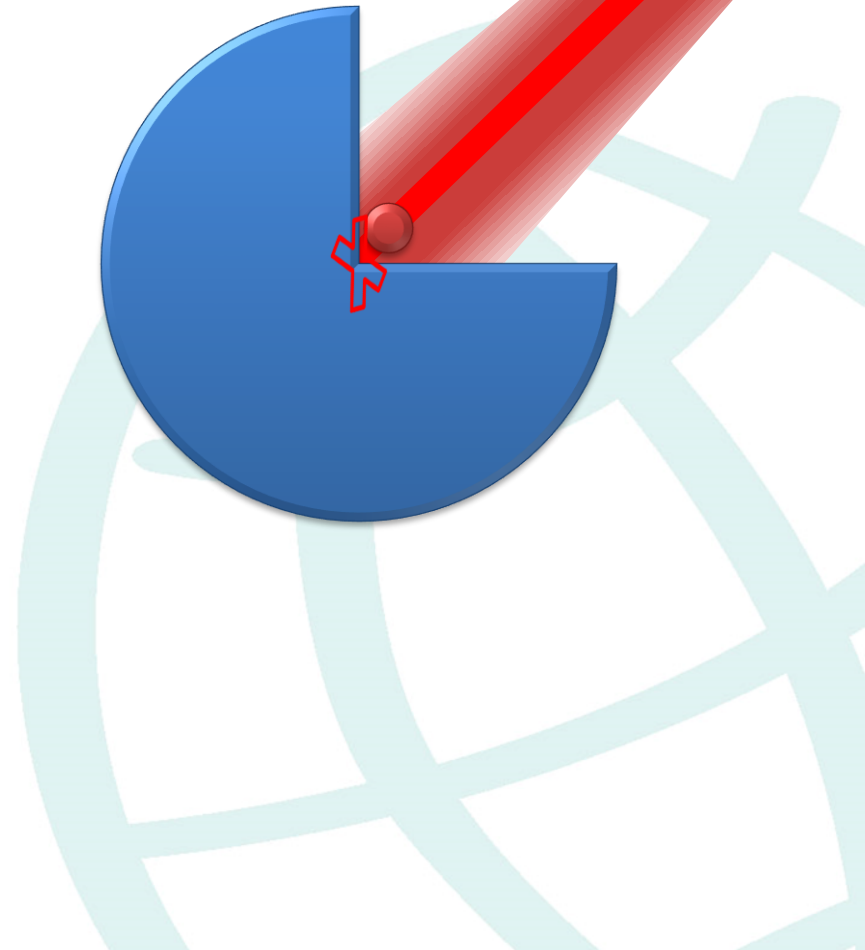
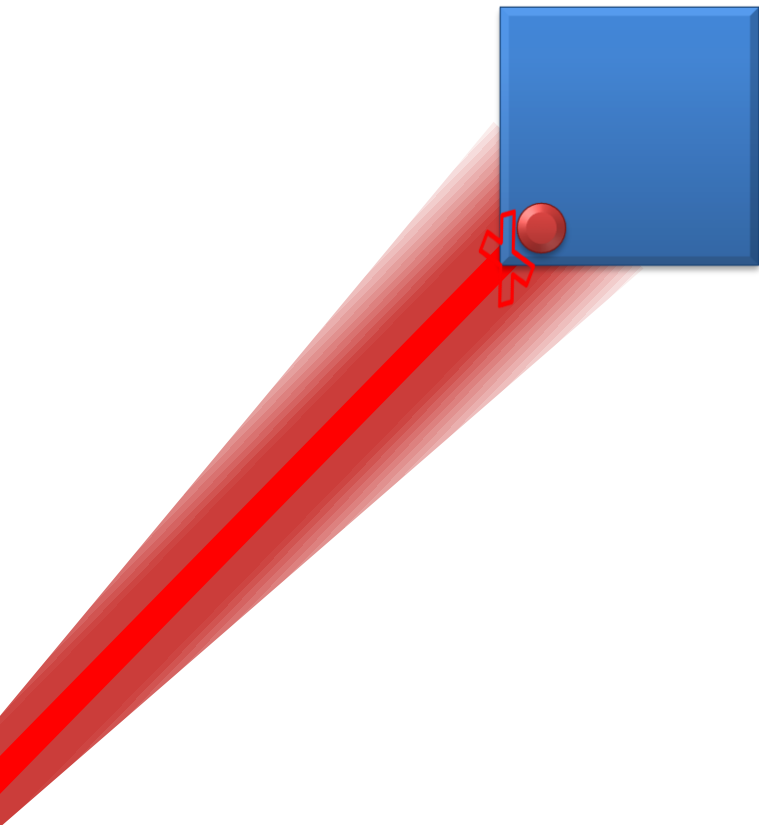
# Stations totales – mesures sans réflecteurs

## Coaxialité axe optique/distancemètre (3)



# Stations totales – mesures sans réflecteurs

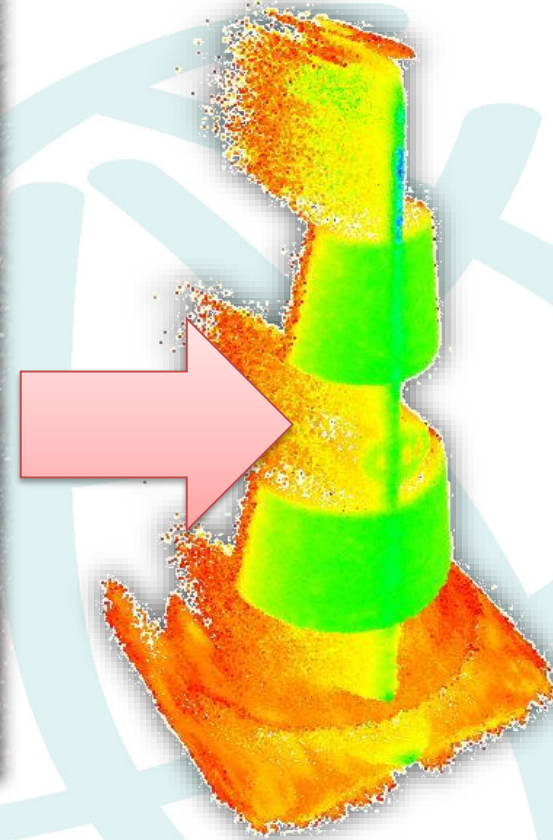
## Mesures sans réflecteurs



# Scanners Lasers : artéfacts

## Phénomènes étranges

- Type d'instrument ?
- Matière ?
- Portée ?
- Angle d'impact ?
- Opacité ?
- Couleur ?



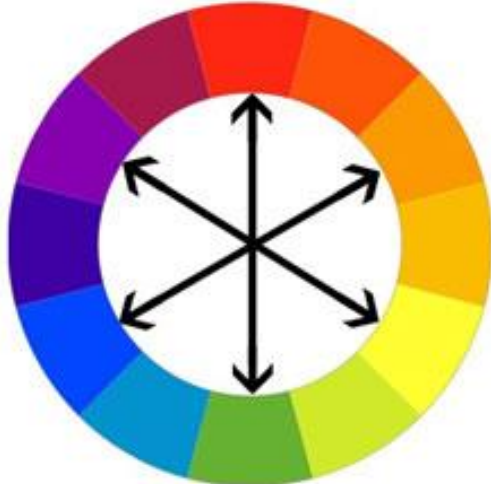
# Scanners Lasers : artéfacts

## Lasers utilisés

| Fabricant | Instrument                | Longueur d'onde du laser [nm] |
|-----------|---------------------------|-------------------------------|
| Leica     | C10                       | 532 (vert)                    |
|           | P20                       | 658 (rouge) / 808 (nIF)       |
| Faro      | Focus 3D 120              | 905 (nIF)                     |
|           | Focus 3D 330              | 1500 (eye-safe)               |
| Riegl     | VZ 400, 1000, 4000        | 1500 (eye-safe)               |
|           | VZ 6000                   | 1064 (nIF)                    |
| Trimble   | TX 8                      | 1500 (eye-safe)               |
|           | TX 5 => idem Focus 3D 120 | 905 (nIF)                     |
|           | FX                        | 685 (rouge)                   |

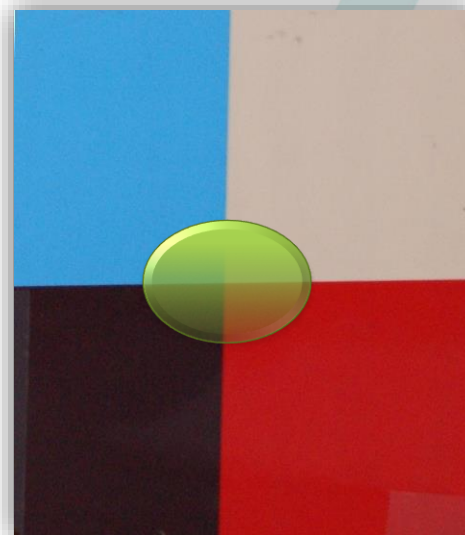
# Scanners Lasers : artéfacts

## Lasers utilisés : Réflectance



Couleurs Complémentaires  
Synthèse soustractive (CMJ)

Les couleurs complémentaires

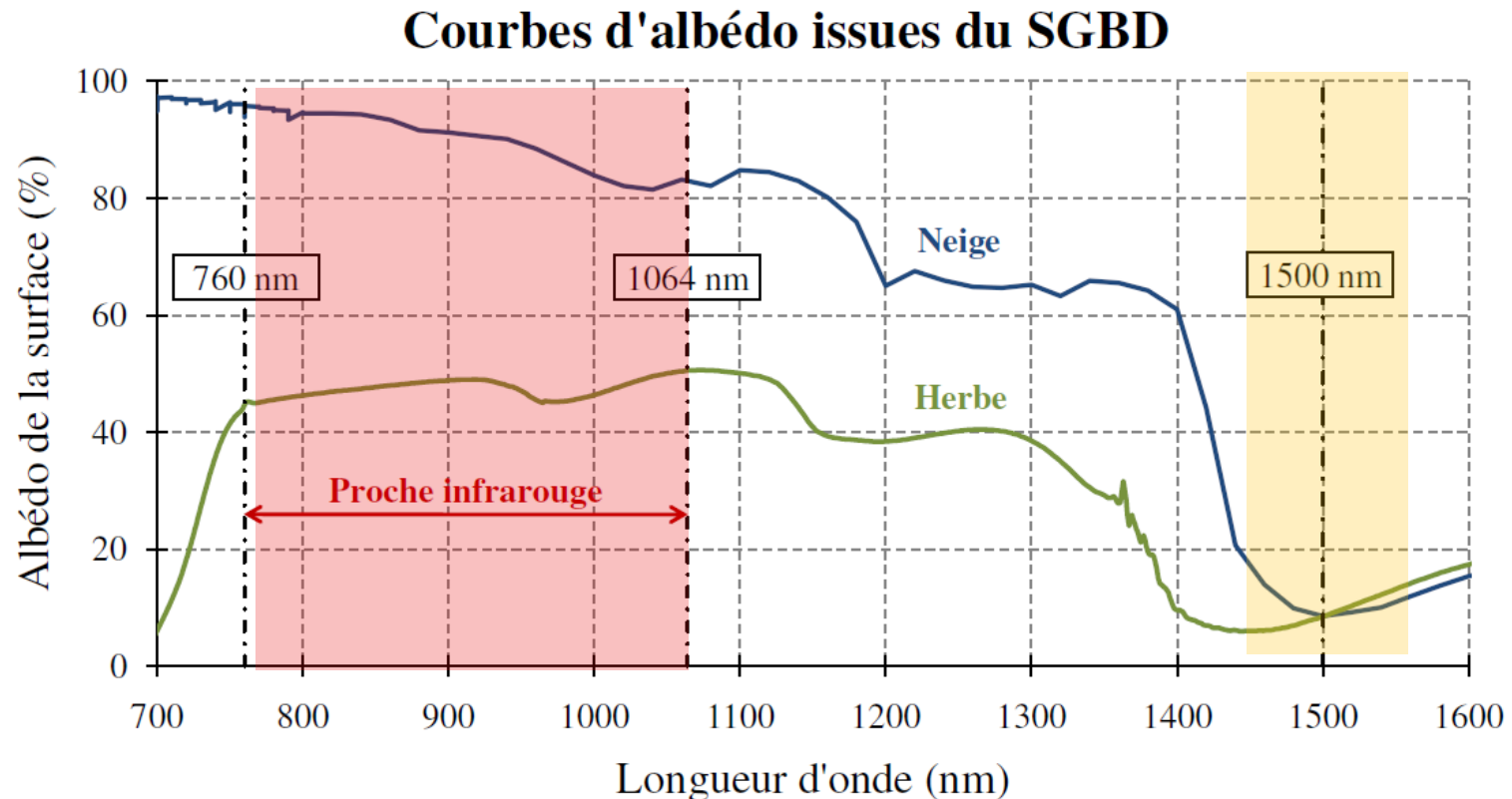


Images : <http://www.toutes-les-couleurs.com> et projet ALTer 1

# Scanners Lasers : artéfacts

## Lasers utilisés : Réflectance

La réflectance varie suivant les matériaux et les longueurs d'onde

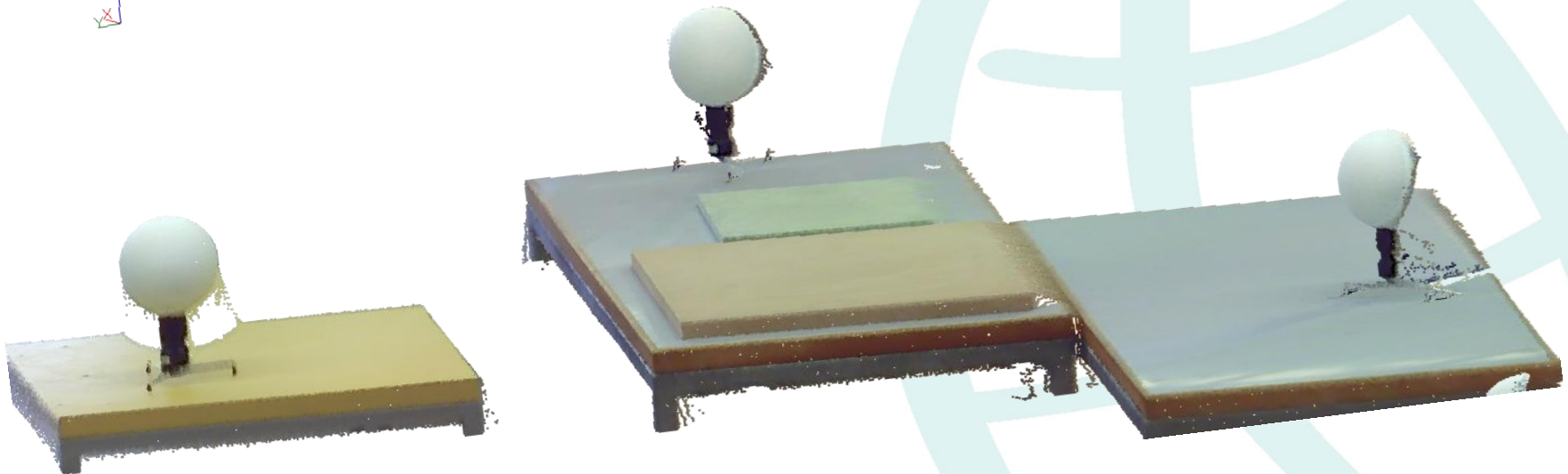
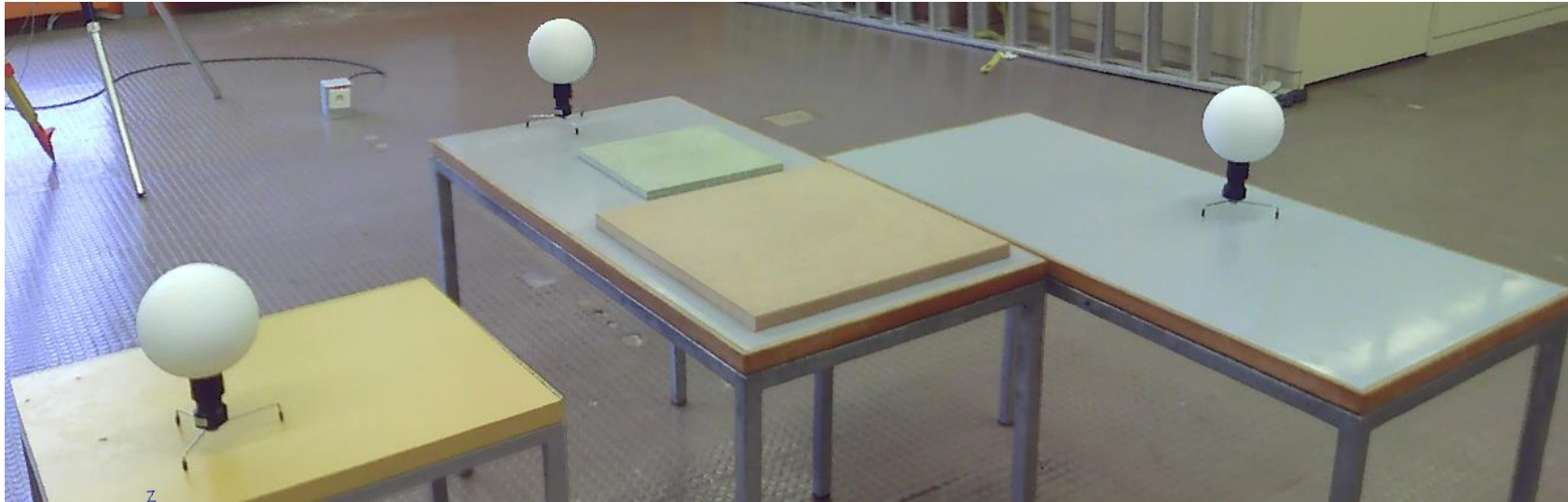


Images : <http://www.toutes-les-couleurs.com> et / Projet Z-Earth, étude des aspects géométriques et radiométriques de la mission



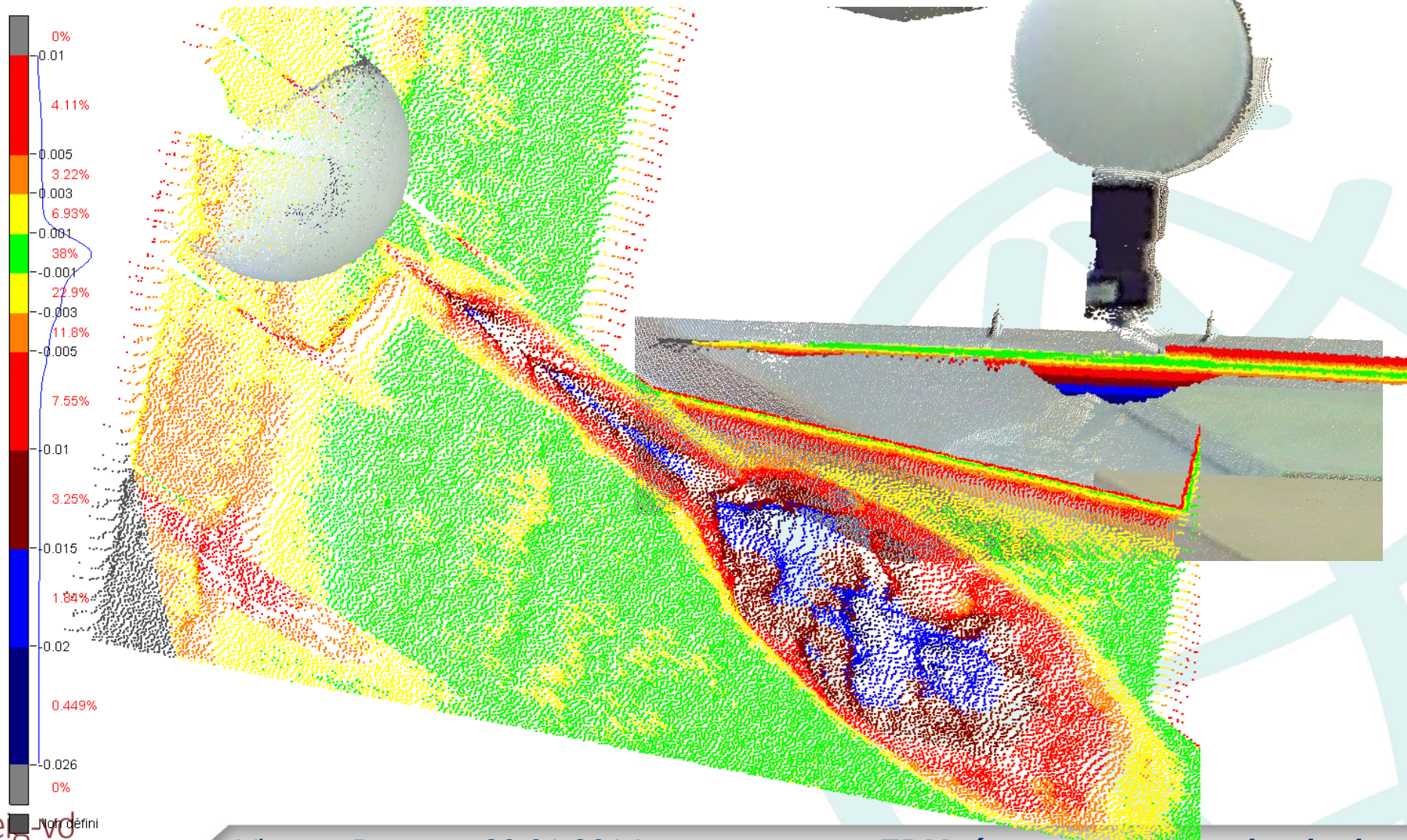
# Scanners Lasers : artéfacts

## Réflexions parasites => impact sur les distances



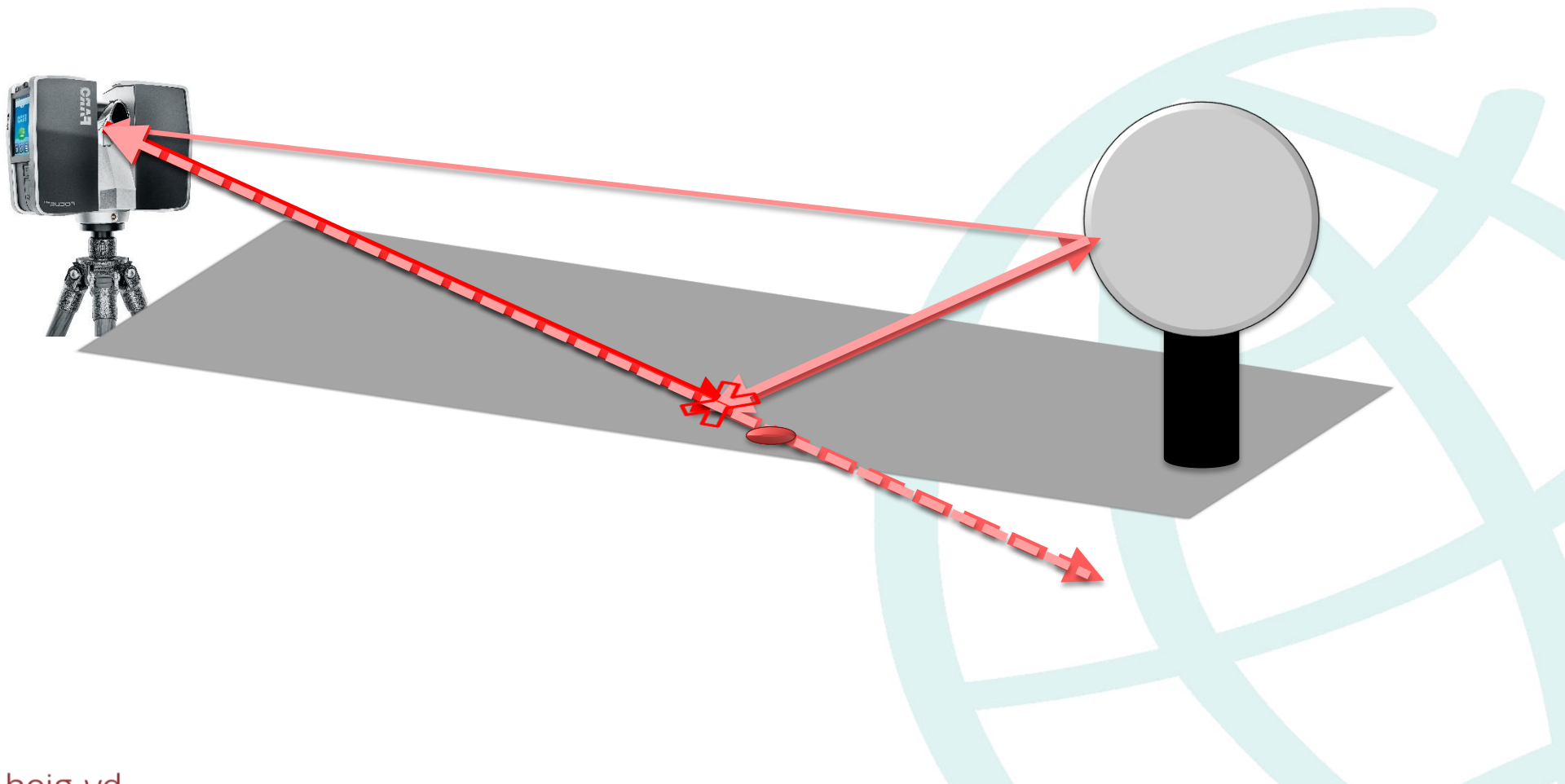
# Scanners Lasers : artéfacts

## Réflexions parasites => impact sur les distances



# Scanners Lasers : artéfacts

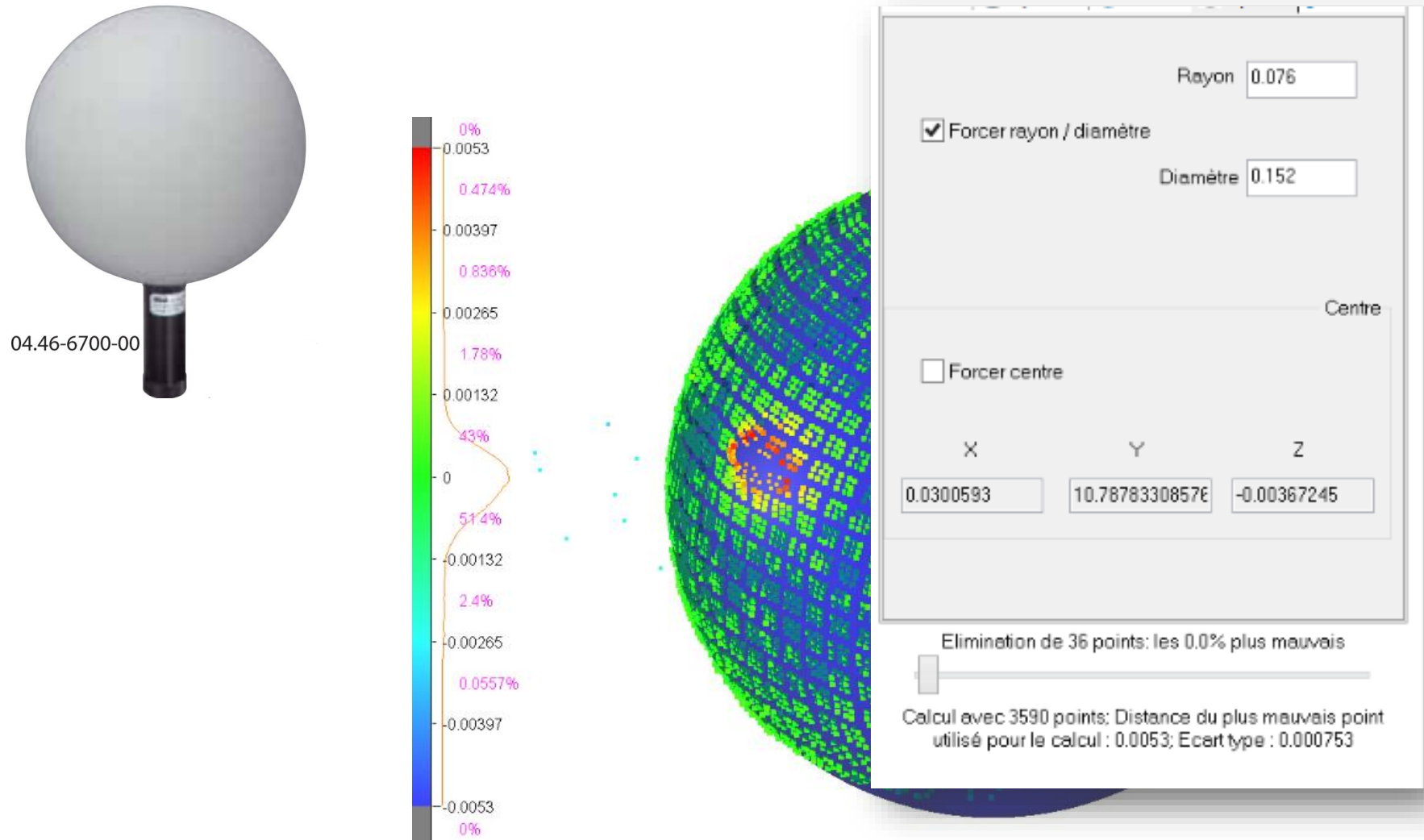
## Réflexions parasites => impact sur les distances





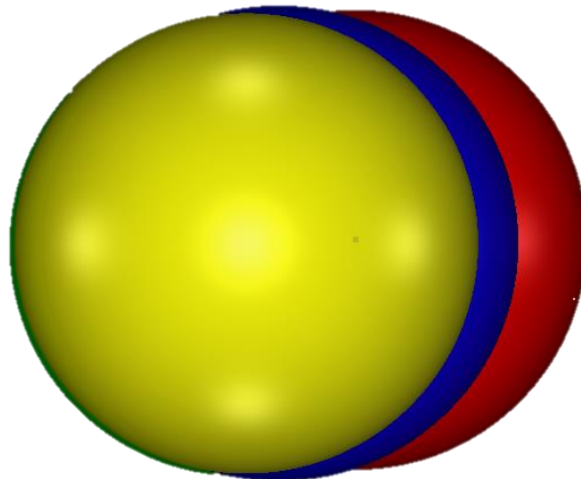
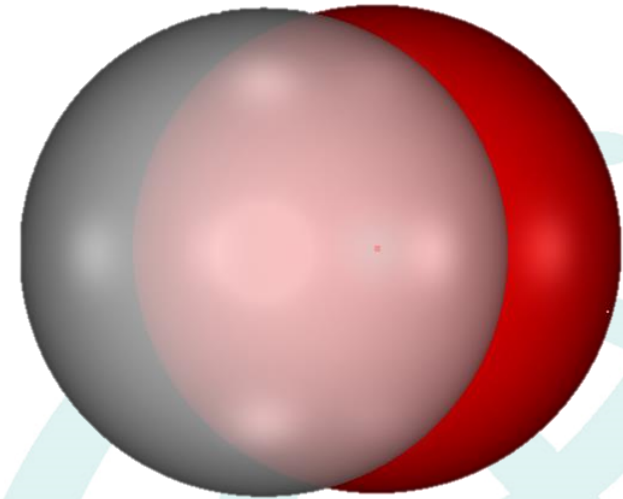
# Scanners Lasers : artéfacts

## Absorption de la lumière (1)



# Scanners Lasers : artéfacts

## Absorption de la lumière (2)



| Coordonnées cartésiennes                  |         |         |         |                  |                             |
|-------------------------------------------|---------|---------|---------|------------------|-----------------------------|
| Point                                     | E       | N       | Z       | Distance B1 - S1 | Différence Distance B1 - S1 |
| B1                                        | 0.0000  | 0.0000  | 0.2370  |                  |                             |
| Sphère d'origine sans couche de peinture  |         |         |         |                  |                             |
| S1_DOIT                                   | 10.1524 | 3.5301  | 0.2359  | 10.7486          |                             |
| S1_FARO                                   | 10.7808 | 0.1080  | 0.0007  | 10.7839          | 0.0353                      |
| S1_MS50                                   | -8.5865 | -6.5222 | -0.0004 | 10.7853          | 0.0367                      |
| Sphère avec 1, 2 et 3 couches de peinture |         |         |         |                  |                             |
| S1_FARO_1                                 | 10.7592 | 0.0382  | -0.0018 | 10.7619          | 0.0133                      |
| S1_FARO_2                                 | 10.7483 | 0.0371  | -0.0014 | 10.7510          | 0.0024                      |
| S1_FARO_3                                 | 10.7475 | 0.0344  | -0.0028 | 10.7502          | 0.0016                      |

# Scanners Lasers : artéfacts

## Taille théoriques des spots

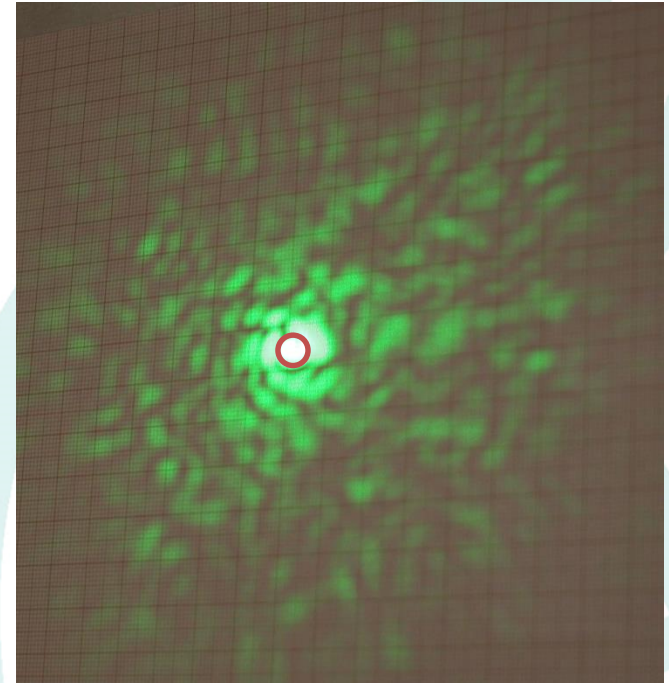
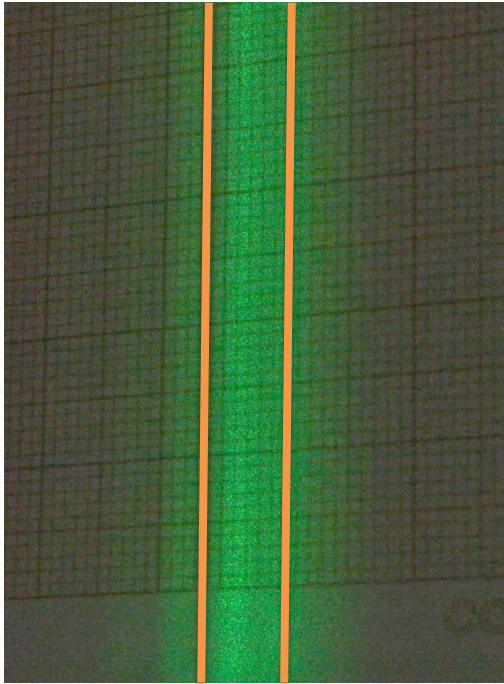
### Taille des impacts théoriques des lasers [mm]

| Distance | ScanStation C10 | HDS6200 | Focus 120 | VZ-400 | ScanStation 2 |
|----------|-----------------|---------|-----------|--------|---------------|
|          | Leica           | Leica   | Faro      | Riegl  | Leica         |
| 10m      | 6               | 5       | 7         | 3      | 6             |
| 50m      | 6               | 14      | 20        | 15     | 6             |
| 75m      | 15              | 19      | 28        | 22     | 15            |
| 120m     | 29              | -       | 42        | 36     | 29            |
| 200m     | 52              | -       | -         | 60     | 52            |
| 300m     | 82              | -       | -         | 90     | 82            |

# Scanners Lasers : artéfacts

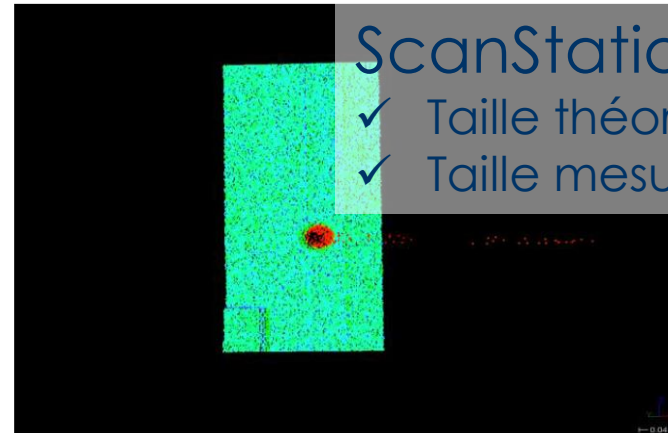
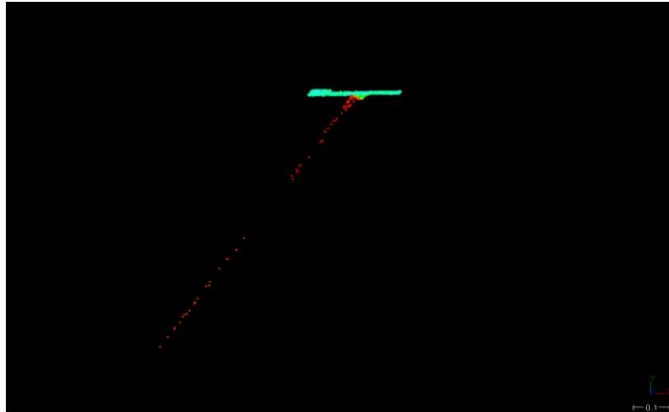
## Taille effective des spots

### Exemple ScanStation 2



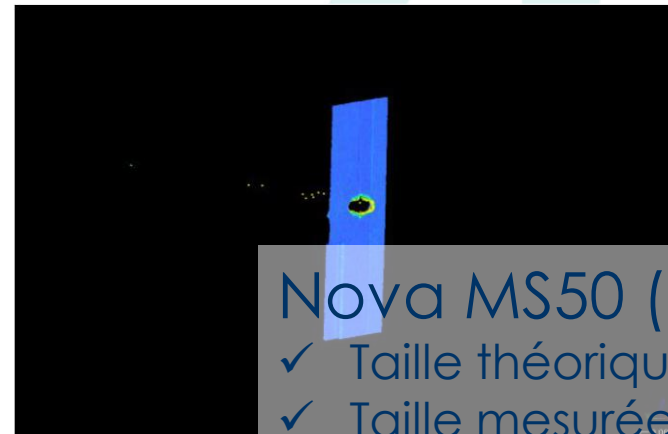
# Scanners Lasers : artéfacts

## Taille effective de l'empreinte laser



ScanStation C5

- ✓ Taille théorique = 17mm
- ✓ Taille mesurée = 30mm



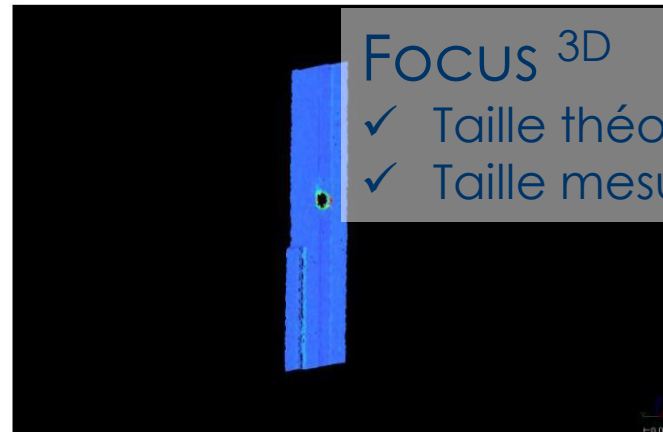
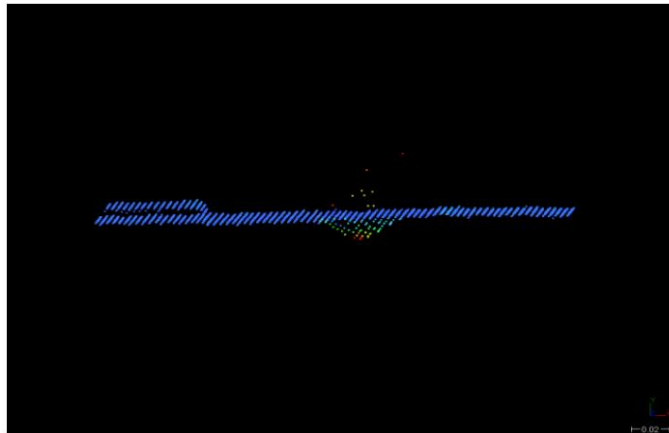
Nova MS50 (h x b)

- ✓ Taille théorique = 21x33mm
- ✓ Taille mesurée = 28x65mm



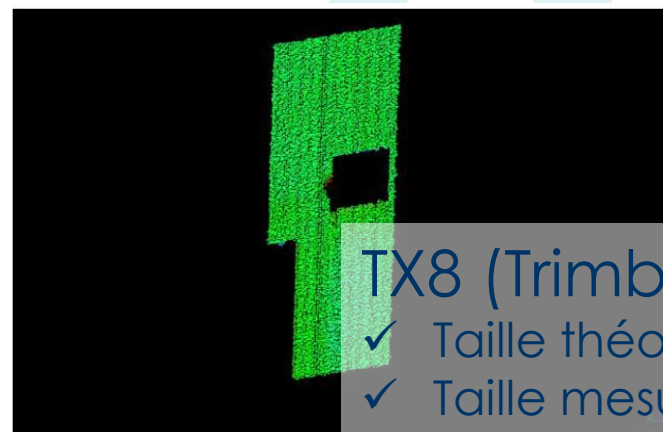
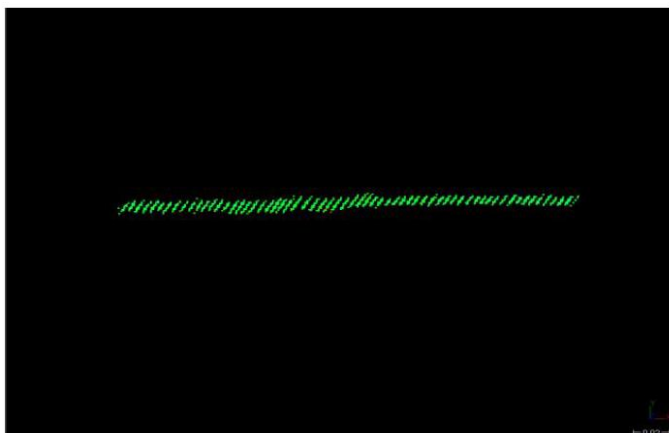
# Scanners Lasers : artéfacts

## Taille effective de l'empreinte laser



Focus 3D

- ✓ Taille théorique = 19mm
- ✓ Taille mesurée = 28mm



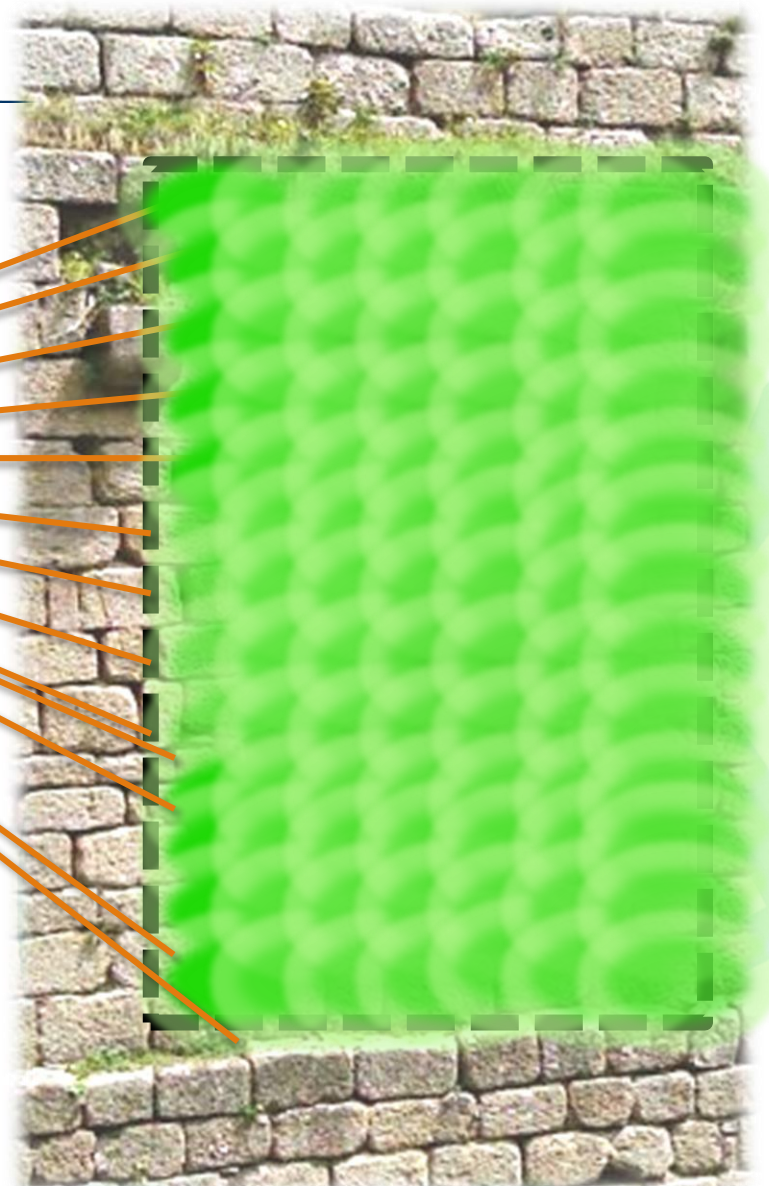
TX8 (Trimble)

- ✓ Taille théorique = 21mm
- ✓ Taille mesurée = Filter ?



# Scanners Lasers : artéfacts

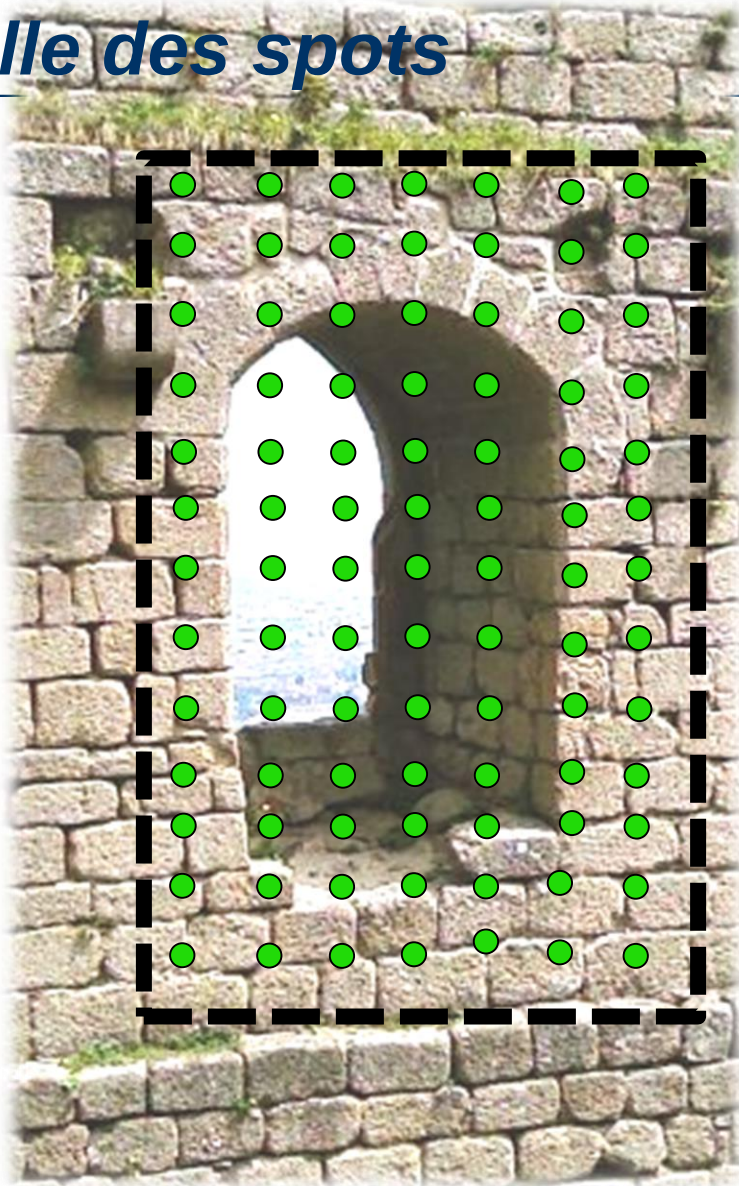
## Taille des spots



Diapositive : Inspirée de Formation UNGE 2012, Mme Tania Landes, INSA Strasbourg

# Scanners Lasers : artéfacts

## Taille des spots



Diapositive : Inspirée de Formation UNGE 2012, Mme Tania Landes, INSA Strasbourg

# Scanners Lasers : artéfacts

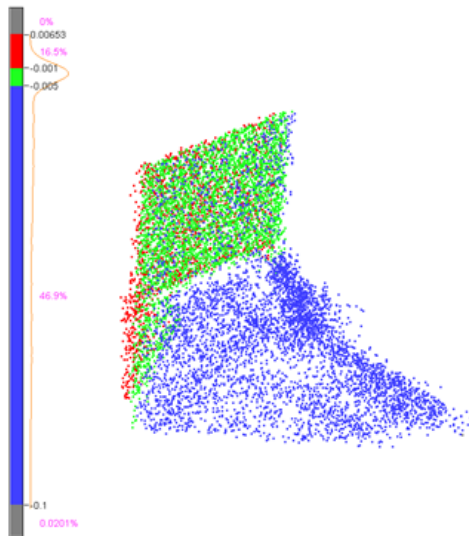
## Surface rugueuse-lisse



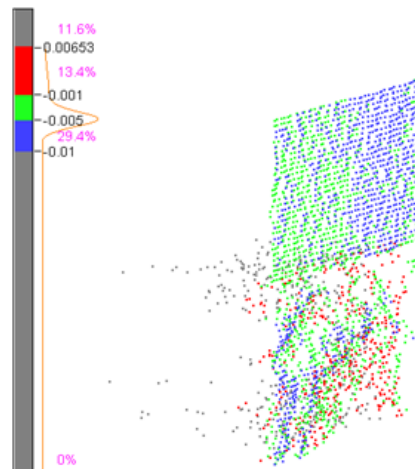
50m

10m

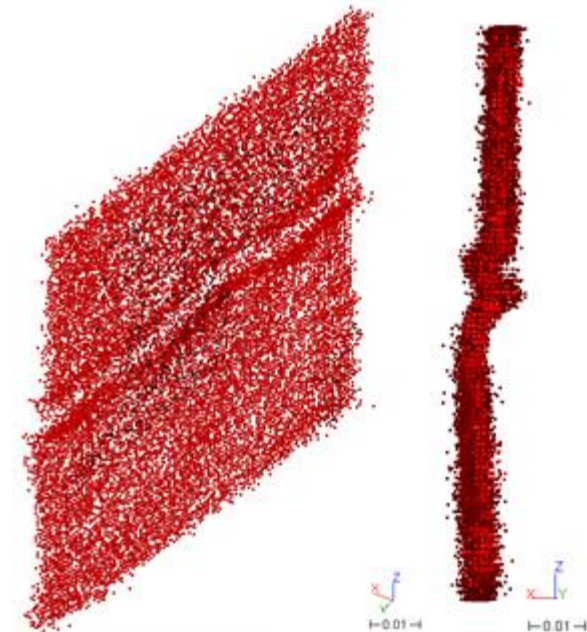
C10



Focus



VZ-400



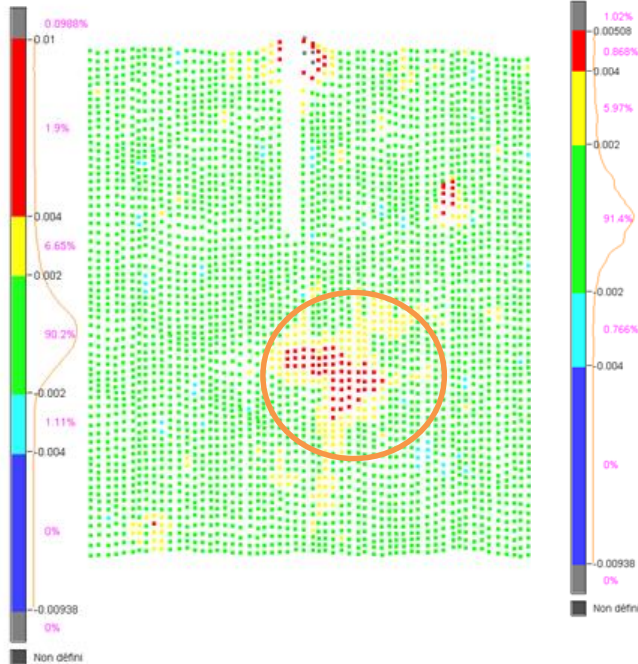
# Scanners Lasers : artéfacts

## Détection d'aspérités: graviers

10m

200 (Best Fit)

Focus (Best Fit)



VZ-400 (Best Fit)

(translation longitudinale 8mm)



## Scanners Lasers : artéfacts

### Mesure sans réflecteur Leica TS15

5 points par matière (50m):

- Plaque noire:  $m=0.4\text{mm}$  et  $\sigma=0.4\text{mm}$
- Peinture route:  $m=-0.4\text{mm}$  et  $\sigma=0.5\text{mm}$
- Béton:  $m=-1.6$  et  $\sigma=2.5\text{mm}$

#### Leica Viva TS15 Datasheet

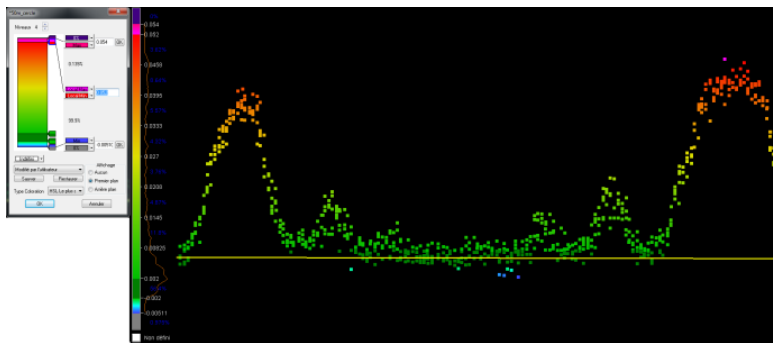
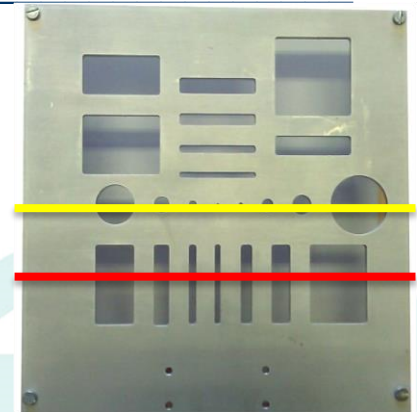
| Distance Measurement (Any Surface)         |                                                   |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Range <sup>6</sup>                         |                                                   |
| PinPoint R30 / R400 / R1000                | 30 m (98 ft) / 400 m (1310 ft) / 1000 m (3280 ft) |
| Accuracy <sup>3,7</sup> / Measurement Time |                                                   |
| PinPoint R30 / R400 / R1000                | 2 mm + 2 ppm / typ. 3 s                           |

# Scanners Lasers : artéfacts

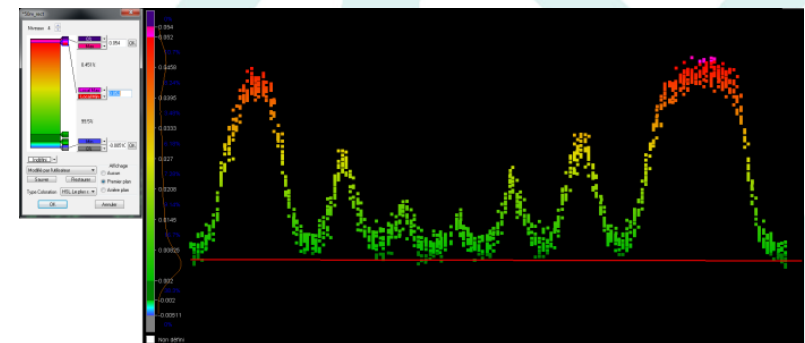
## Boîte à trous - Inspection

### Coupes horizontales

ScanStation 2, 50m



Cercles



Rectangles

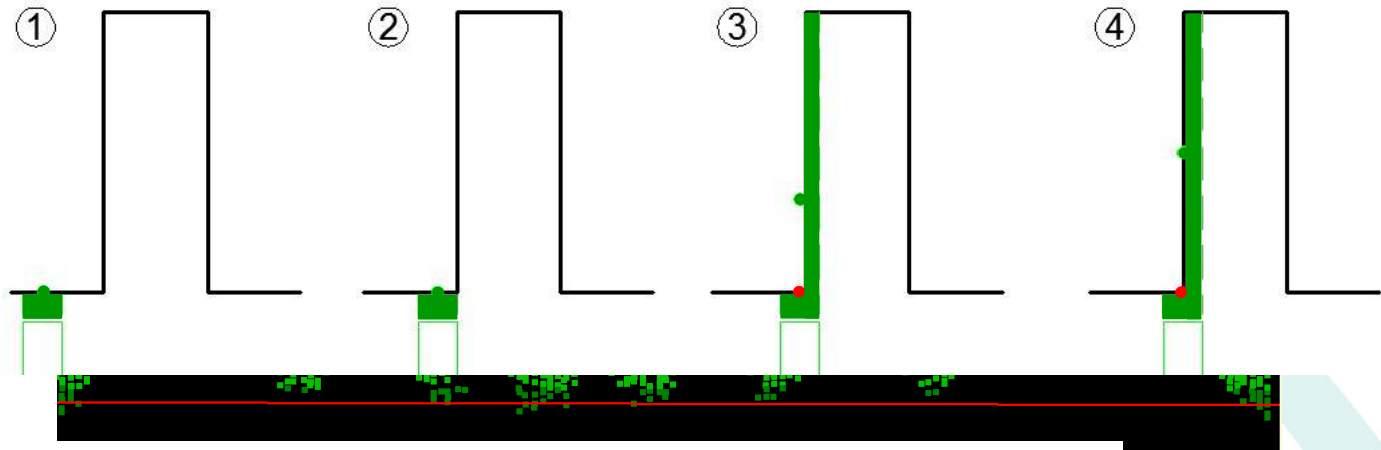
-  Points à  $\pm 2\text{mm}$  du plan de référence
-  Points qui atteignent le fond de la boîte à trous, à 54mm du plan de référence
-  Points 2mm devant le fond de la boîte à trous

# Scanners Lasers : artéfacts

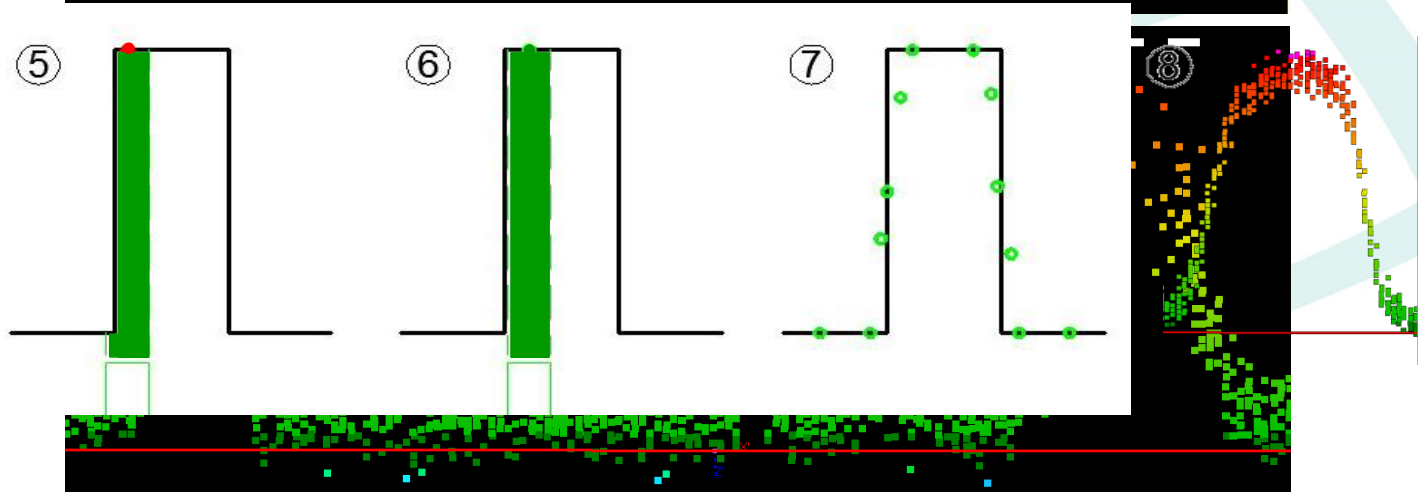
## Fond de la box

ScanStation 2 à 50m

- Gris Mat



- Noir Mat



# Scanners Lasers : artéfacts

## Conclusions

---

- ✓ Traitement lasers évoluent => distance toujours plus longue
- ✓ Diamètre spot : résumé par un point !
- ✓ Intensité retour forte: perturbateur principal
- ✓ Réflectance déterminante dans la détection des trous
- ✓ Attention aux matériaux translucides